

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc978 U.S. PRO
10/080638
02/21/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-057105

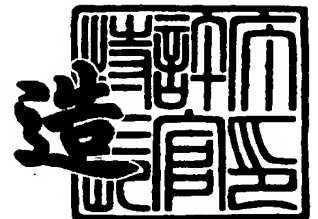
出 願 人
Applicant(s):

コニカ株式会社

2001年12月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3111343

5079

【書類名】 特許願

【整理番号】 DMS00200

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 古田 和三

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 茜部 ▲祐▼一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 森川 雅弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 増田 修

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

 【代表者】 植松 富司

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012265

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書、1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基材の描画方法及びその方法にて描画された基材、電子ビーム描画装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子ビームにより描画され、少なくとも前記電子ビームの焦点深度よりも長い厚さを有してなる被描画層を含む基材に対して、前記焦点深度の少なくとも高さ位置を前記被描画層内の描画位置に応じて前記電子ビームの焦点位置を変化させることにより描画を行う、基材の描画方法であって、

前記描画位置の少なくとも高さ位置を算出する算出ステップと、

前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記高さ位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップと、

前記位置調整を行いながら、前記被描画層に対する描画を行う描画ステップと

を含むことを特徴とする基材の描画方法。

【請求項2】 電子ビームにより描画される被描画面に曲面を含む基材に対して、前記電子ビームの焦点位置を前記被描画面の描画位置に応じて変化させ、前記基材を描画する基材の描画方法であって、

3次元の基準座標系における前記描画位置を算出する算出ステップと、

前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記描画位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップと、

前記位置調整を行いながら、前記被描画面に対する描画を行う描画ステップと

を含むことを特徴とする基材の描画方法。

【請求項3】 少なくとも電子ビームの焦点深度よりも長い厚さを有し、前記電子ビームにより描画される予め設定された被描画層と、前記被描画層の前記電子ビームに照射される面であって曲面を含む被描画面と、を含む基材に対して、前記焦点深度の位置を前記被描画層及び前記被描画面の描画位置に応じて前記電

子ビームの焦点位置を変えることで描画を行う、基材の描画方法であって、

3次元の基準座標系における前記描画位置を算出する算出ステップと、

前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記描画位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップと、

高さ方向の前記位置調整を行いながら前記被描画層に対する描画を行うとともに、面方向の位置調整を行いながら前記被描画面に対する描画を行う描画ステップと、

を含むことを特徴とする基材の描画方法。

【請求項4】 前記算出ステップでは、

予め測定された前記基材の厚み分布に基づき、前記描画位置の少なくとも高さ位置が算出されることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項5】 前記位置調整ステップは、前記電子ビーム照射中に行われることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項6】 前記算出ステップは、

予め測定された前記基材上の複数の基準点に基づき、前記基材における3次元の第1の基準座標系を算出するステップと、

前記第1の基準座標系での前記描画位置の少なくとも第1の高さ位置を算出するステップと、

前記基材を描画ステージ上に搭載した際に測定される複数の基準点に基づき、前記基材における3次元の第2の基準座標系を算出するステップと、

前記第1の高さに相当する前記第2の基準座標系での前記第2の高さを、前記電子ビームの前記描画位置における高さ位置として算出するステップと、

を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項7】 前記描画ステップは、

算出された前記描画位置に基づき、3次元の基準座標系における単位空間である一つのフィールドについて描画を行うステップと、

一つのフィールドに対する描画を行った後、他のフィールドに対して前記算出ステップ並びに位置調整ステップを再度行いつつ描画を行うステップと、

を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項8】 前記算出ステップは、前記電子ビーム照射中に行われることを特徴とする請求項1乃至請求項4、請求項6のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項9】 前記電子ビームの照射中に、前記基材の厚み分布を測定するステップを有することを特徴とする請求項8に記載の基材の描画方法。

【請求項10】 予め基材の厚み分布を測定する厚み分布測定ステップと、前記電子ビームの照射中に、複数の基準点位置を測定する基準点測定ステップと、

をさらに有し、

前記算出ステップは、前記電子ビームの照射中に、前記基準点位置に基づき、前記厚み分布を補正する補正ステップを含むことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項11】 前記厚み分布測定ステップは、予め測定された前記基材上の複数の基準点に基づき、前記基材における3次元の第1の基準座標系を算出するステップと、

前記第1の基準座標系での前記描画位置の少なくとも第1の高さ位置を算出するステップと、

を含み、

前記補正ステップは、

前記基材を描画ステージ上に搭載した際に測定される複数の基準点に基づき、前記基材における3次元の第2の基準座標系を算出するステップと、

前記第1の高さに相当する前記第2の基準座標系での前記第2の高さを、前記電子ビームの前記描画位置における高さ位置として算出するステップと、

を含むことを特徴とする請求項10に記載の基材の描画方法。

【請求項12】 前記電子ビームの焦点位置は、電子レンズの電流値に基づき

制御されるステップを含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項 1 3】 前記基準点測定ステップは、

前記電子ビームとほぼ直交する方向から前記基材に対して光ビームを照射するステップと、

前記光ビームに基づき、前記基材を透過する光強度分布を検出するステップと

前記光強度分布に基づき、前記基準点の高さ位置を算出するステップと、

を含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の基材の描画方法。

【請求項 1 4】 前記基準点測定ステップは、

前記電子ビームと交差する方向から前記基材に対して第 1 の光ビームを照射し、前記第 1 の光ビームに基づき、前記基材を透過する第 1 の光強度分布を検出するステップと、

前記第 1 の光ビームと異なる前記電子ビームとほぼ直交する方向から前記基材に対して第 2 の光ビームを照射し、前記第 2 の光ビームに基づき、前記基材を透過する第 2 の光強度分布を検出するステップと、

前記第 1 の強度分布に基づき、前記基材の平坦部上の高さ位置を算出し、前記第 2 の強度分布に基づき、前記基材の平坦部より突出する曲面部上の高さ位置を算出するステップと、

を含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の基材の描画方法。

【請求項 1 5】 前記電子ビームを照射した基材を現像し、現像された前記基材の表面で電鍍を行い、成形用の金型を形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 4 のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項 1 6】 前記電子ビームを照射した基材を現像し、エッチング処理した前記基材に電鍍を行い、成形用の金型を形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 4 のいずれか一項に記載の基材の描画方法。

【請求項 1 7】 前記基材として成形用の金型用い、少なくとも前記算出ステップ、位置調整ステップ、前記描画ステップにより当該金型に描画を行うステップを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 6 のいずれか一項に記載の基

材の描画方法。

【請求項 1 8】 請求項 1 乃至請求項 1 7 のいずれか一項に記載の基材の描画方法にて描画された基材。

【請求項 1 9】 前記基材は、光学素子であることを特徴とする請求項 1 8 に記載の基材。

【請求項 2 0】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、

前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面を有する基材を載置する載置台と、

前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御する制御手段と、

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 2 1】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面を有する基材を載置する載置台と、

前記載置台を駆動する駆動手段と、

前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御する制御手段と、

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 2 2】 前記測定手段は、
前記基材に対して斜め方向から照射する第 1 の照射光を照射し、前記基材を通過した第 1 透過光を受光する第 1 の光学系と、

前記基材に対してほぼ水平方向から照射する第 2 の照射光を照射し、前記基材を透過した第 2 の透過光を受光する第 2 の光学系と、

前記第1の光学系にて検出された第1の光強度分布に基づき、前記基材の平坦部における前記描画位置の高さ位置を算出するとともに、前記第2の光学系にて検出された第2の光強度分布に基づき、前記基材の平坦部より突出する曲面部における前記描画位置の高さ位置を算出する測定算出手段と、

含むことを特徴とする請求項20又は請求項21に記載の電子ビーム描画装置

【請求項23】 前記基材が前記載置台に載置される前に、予め前記基材上の基準点位置を測定するための第2の測定手段をさらに有することを特徴とする請求項20乃至請求項22のいずれか一項に記載の電子ビーム描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基材の描画方法及び電子ビーム描画装置に関し、特に、微細な形状を有する精密な光学素子の光学機能面に回折構造などを描画するものに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、情報記録媒体として、例えばCD、DVD等が広く使用されており、これらの記録媒体を読み取る読取装置などの精密機器には、多くの光学素子が利用されている。これらの機器に利用される光学素子、例えば光レンズなどは、低コスト化並びに小型化の観点から、ガラス製の光レンズよりも樹脂製の光レンズを用いることが多い。

【0003】

このような樹脂製の光レンズは、一般の射出成形によって製造されており、射出成形用の成形型も、一般的な切削加工によって形成されている。

【0004】

一方、光学素子などを含む基材の表面上に所望の形状を描画加工するものとしては、光露光などの手法を用いた露光装置などによって加工を行うことが行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、最近では、光学素子に要求されるスペックや性能自体が向上してきており、例えば、光学機能面に回折構造などを有する光学素子を製造する際に、当該光学素子を射出成形するためには、成型型にそのような回折構造を付与するための面を形成しておく必要がある。

【0006】

しかし、現在用いられているような成型技術や加工技術の切削バイトにて、成型型に回折構造を形成しようとする、加工精度が劣るとともに、バイトの強度、寿命の点で限界があり、サブミクロンオーダーあるいはそれ以下の精密な加工を行うことができない。

【0007】

また、半導体のウエハ基板（フォトリソ）等の基材の表面に所望の形状を描画加工するための露光装置などを上記光学素子の面への加工もしくは成型型の加工などに用いることが考えられるが、ウエハ基板用の装置では、基材の加工深さは、露光エネルギー量で制御するため、特に、回折格子などの光学素子の精密加工、あるいはフォトニック結晶の作成などでは、非平面上に、照射される光の波長より短い構造を正確に形成する必要があるため、上記制御手法では適さない。しかも、ウエハ基板用の装置は、平坦な材料しか加工することができないという問題があった。

【0008】

さらに、レーザービームによる加工が考えられるが、平面状の基材を描画加工する場合は良いが、光レンズ用の成型型など、ダイナミックな3次元形状を有する基材を描画する場合には適さないという問題があった。

【0009】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、非平面形状の光学素子等の基材上に回折格子などの描画加工を施すことのできる基材の描画方法及び電子ビーム描画装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、電子ビームにより描画され、少なくとも前記電子ビームの焦点深度よりも長い厚さを有してなる被描画層を含む基材に対して、前記焦点深度の少なくとも高さ位置を前記被描画層内の描画位置に応じて前記電子ビームの焦点位置を変化させることにより描画を行う、基材の描画方法である。前記描画位置の少なくとも高さ位置を算出する算出ステップを有する。さらに、前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記高さ位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップを有する。さらに、前記位置調整を行いながら、前記被描画層に対する描画を行う描画ステップを含むことを特徴としている。

【0011】

また、請求項2に記載の発明は、電子ビームにより描画される被描画面に曲面を含む基材に対して、前記電子ビームの焦点位置を前記被描画面の描画位置に応じて変化させ、前記基材を描画する基材の描画方法である。3次元の基準座標系における前記描画位置を算出する算出ステップを有する。さらに、前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記描画位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップを有する。さらに、前記位置調整を行いながら、前記被描画面に対する描画を行う描画ステップを有する。

【0012】

また、請求項3に記載の発明は、少なくとも電子ビームの焦点深度よりも長い厚さを有し、前記電子ビームにより描画される予め設定された被描画層と、前記被描画層の前記電子ビームに照射される面であって曲面を含む被描画面と、を含む基材に対して、前記焦点深度の位置を前記被描画層及び前記被描画面の描画位置に応じて前記電子ビームの焦点位置を変えることで描画を行う、基材の描画方法である。3次元の基準座標系における前記描画位置を算出する算出ステップを有する。さらに、前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記描画位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップを有す

る。さらに、高さ方向の前記位置調整を行いながら前記被描画面に対する描画を行うとともに、面方向の位置調整を行いながら前記被描画面に対する描画を行う描画ステップを有することを特徴としている。

【0013】

また、請求項20に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面を有する基材を載置する載置台と、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【0014】

また、請求項21に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面を有する基材を載置する載置台と、前記載置台を駆動する駆動手段と、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態の一例について、図面を参照して具体的に説明する。

【0016】

〔第1の実施の形態〕

（電子ビーム描画装置の全体構成）

先ず、本発明の特徴である曲面を有する基材に描画を行う手法の説明に先立って、電子ビーム描画装置の全体の概略構成について、図1を参照して説明する。図1は、本例の電子ビーム描画装置の全体構成を示す説明図である。

【 0 0 1 7 】

本例の電子ビーム描画装置 1 は、図 1 に示すように、大電流で高解像度の電子線プローブを形成して高速に描画対象の基材 2 上を走査するものであり、高解像度の電子線プローブを形成し、電子ビームを生成してターゲットに対してビーム照射を行う電子ビーム生成手段である電子銃 1 2 と、この電子銃 1 2 からの電子ビームを通過させるスリット 1 4 と、スリット 1 4 を通過する電子ビームの前記基材 2 に対する焦点位置を制御するための電子レンズ 1 6 と、電子ビームが出射される経路上に配設されたアパーチャー 1 8 と、電子ビームを偏向させることでターゲットである基材 2 上の走査位置等を制御する偏向器 2 0 と、偏向を補正する補正用コイル 2 2 と、を含んで構成されている。なお、これらの各部は、鏡筒 1 0 内に配設されて電子ビーム出射時には真空状態に維持される。

【 0 0 1 8 】

さらに、電子ビーム描画装置 1 は、描画対象となる基材 2 を載置するための載置台である X Y Z ステージ 3 0 と、この X Y Z ステージ 3 0 上の載置位置に基材 2 を搬送するための搬送手段であるローダ 4 0 と、X Y Z ステージ 3 0 上の基材 2 の表面の基準点を測定するための測定手段である測定装置 8 0 と、X Y Z ステージ 3 0 を駆動するための駆動手段であるステージ駆動手段 5 0 と、ローダを駆動するためのローダ駆動装置 6 0 と、鏡筒 1 0 内及び X Y Z ステージ 3 0 を含む筐体 1 1 内を真空となるように排気を行う真空排気装置 7 0 と、これらの制御を司る制御手段である制御回路 1 0 0 と、を含んで構成されている。

【 0 0 1 9 】

なお、電子レンズ 1 6 は、高さ方向に沿って複数箇所に離間して設置される各コイル 1 7 a、1 7 b、1 7 c の各々の電流値によって電子的なレンズが複数生成されることで各々制御され、電子ビームの焦点位置が制御される。

【 0 0 2 0 】

測定装置 8 0 は、基材 2 に対してレーザーを照射することで基材 2 を測定する第 1 のレーザー測長器 8 2 と、第 1 のレーザー測長器 8 2 にて発光されたレーザー光（第 1 の照射光）が基材 2 を反射し当該反射光を受光する第 1 の受光部 8 4 と、前記第 1 のレーザー測長器 8 2 とは異なる照射角度から照射を行う第 2 のレ

ーザー測長器 8 6 と、前記第 2 のレーザー測長器 8 6 にて発光されたレーザー光（第 2 の照射光）が基材 2 を反射し当該反射光を受光する第 2 の受光部 8 8 と、を含んで構成されている。なお、本例の第 1 のレーザー測長器と第 1 の受光部とで本発明の「第 1 の光学系」を構成し、第 2 のレーザー測長器と第 2 の受光部とで本発明の「第 2 の光学系」を構成している。

【 0 0 2 1 】

ステージ駆動手段 5 0 は、X Y Z ステージ 3 0 を X 方向に駆動する X 方向駆動機構 5 2 と、X Y Z ステージ 3 0 を Y 方向に駆動する Y 方向駆動機構 5 4 と、X Y Z ステージ 3 0 を Z 方向に駆動する Z 方向駆動機構 5 6 と、X Y Z ステージ 3 0 を θ 方向に駆動する θ 方向駆動機構 5 8 と、を含んで構成されている。これによって、X Y Z ステージ 3 0 を 3 次元的に動作させたり、アライメントを行うことができる。

【 0 0 2 2 】

制御回路 1 0 0 は、電子銃 1 2 に電源を供給するための電子銃電源部 1 0 2 と、この電子銃電源部 1 0 2 での電流、電圧などを調整制御する電子銃制御部 1 0 4 と、電子レンズ 1 6（複数の各電子的なレンズを各々）を動作させるためのレンズ電源部 1 0 6 と、このレンズ電源部 1 0 6 での各電子レンズに対応する各電流を調整制御するレンズ制御部 1 0 8 と、を含んで構成される。

【 0 0 2 3 】

さらに、制御回路 1 0 0 は、補正用コイル 2 2 を制御するためのコイル制御部 1 1 0 と、偏向器 2 0 にて成形方向の偏向を行う成形偏向部 1 1 2 a と、偏向器 2 0 にて副走査方向の偏向を行うための副偏向部 1 1 2 b と、偏向器 2 0 にて主走査方向の偏向を行うための主偏向部 1 1 2 c と、成形偏向部 1 1 2 a を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高速 D/A 変換器 1 1 4 a と、副偏向部 1 1 2 b を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高速 D/A 変換器 1 1 4 b と、主偏向部 1 1 2 c を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高精度 D/A 変換器 1 1 4 c と、を含んで構成される。

【 0 0 2 4 】

さらに、制御回路100は、偏向器20における位置誤差を補正する、乃ち、位置誤差補正信号などを各高速D/A変換器114a、114b、及び高精度D/A変換器114cに対して供給して位置誤差補正を促すあるいはコイル制御部110に対して当該信号を供給することで補正用コイル22にて位置誤差補正を行う位置誤差補正回路116と、これら位置誤差補正回路116並びに各高速D/A変換器114a、114b及び高精度D/A変換器114cを制御して電子ビームの電界を制御する電界制御手段である電界制御回路118と、描画パターンなどを前記基材2に対して生成するためのパターン発生回路120と、を含んで構成される。

【0025】

またさらに、制御回路100は、第1のレーザー測長器82を上下左右に移動させることによるレーザー照射位置の移動及びレーザー照射角の角度等の駆動制御を行う第1のレーザー駆動制御回路130と、第2のレーザー測長器86を上下左右に移動させることによるレーザー照射位置の移動及びレーザー照射角の角度等の駆動制御を行う第2のレーザー駆動制御回路132と、第1のレーザー測長器82でのレーザー照射光の出力（レーザーの光強度）を調整制御するための第1のレーザー出力制御回路134と、第2のレーザー測長器86でのレーザー照射光の出力を調整制御するための第2のレーザー出力制御回路136と、第1の受光部84での受光結果に基づき、測定結果を算出するための第1の測定算出部140と、第2の受光部88での受光結果に基づき、測定結果を算出するための第2の測定算出部142と、を含んで構成される。

【0026】

さらにまた、制御回路100は、ステージ駆動手段50を制御するためのステージ制御回路150と、ローダ駆動装置60を制御するローダ制御回路152と、上述の第1、第2のレーザー駆動回路130、132・第1、第2のレーザー出力制御回路134、136・第1、第2の測定算出部140、142・ステージ制御回路150・ローダ制御回路152を制御する機構制御回路154と、真空排気装置70の真空排気を制御する真空排気制御回路156と、測定情報を入力するための測定情報入力部158と、入力された情報や他の複数の情報を記憶

するための記憶手段であるメモリ 1 6 0 と、各種制御を行うための制御プログラムを記憶したプログラムメモリ 1 6 2 と、これらの各部の制御を司る例えば C P U などにて形成された制御部 1 7 0 と、を含んで構成されている。

【 0 0 2 7 】

なお、本例の第 1 の測定算出部と第 2 の測定算出部とで、本発明の「測定算出手段」を構成できる。

【 0 0 2 8 】

上述のような構成を有する電子ビーム描画装置 1 において、ローダ 4 0 によって搬送された基材 2 が X Y Z ステージ 3 0 上に載置されると、真空排気装置 7 0 によって鏡筒 1 0 及び筐体 1 1 内の空気やダストなどを排気したした後、電子銃 1 2 から電子ビームが照射される。

【 0 0 2 9 】

電子銃 1 2 から照射された電子ビームは、電子レンズ 1 6 を介して偏向器 2 0 により偏向され、偏向された電子ビーム B（以下、この電子レンズ 1 6 を通過後の偏向制御された電子ビームに関してのみ「電子ビーム B」と符号を付与することがある）は、X Y Z ステージ 3 0 上の基材 2 の表面、例えば曲面部（曲面） 2 a 上の描画位置に対して照射されることで描画が行われる。

【 0 0 3 0 】

この際に、測定装置 8 0 によって、基材 2 上の描画位置（描画位置のうち少なくとも高さ位置）、もしくは後述するような基準点の位置が測定され、制御回路 1 0 0 は、当該測定結果に基づき、電子レンズ 1 6 のコイル 1 7 a、1 7 b、1 7 c などに流れる各電流値などを調整制御して、電子ビーム B の焦点深度の位置、すなわち焦点位置を制御し、当該焦点位置が前記描画位置となるように移動制御される。

【 0 0 3 1 】

あるいは、測定結果に基づき、制御回路 1 0 0 は、ステージ駆動手段 5 0 を制御することにより、前記電子ビーム B の焦点位置が前記描画位置となるように X Y Z ステージ 3 0 を移動させる。

【 0 0 3 2 】

また、本例においては、電子ビームの制御、XYZステージ30の制御のいずれか一方の制御によって行っても、双方を利用して行ってもよい（なお、焦点位置の移動制御の詳細については後述する）。

【0033】

（測定装置）

次に、測定装置80について、図3を参照しつつ説明する。測定装置80は、より詳細には、図3に示すように、第1のレーザー測長器82、第1の受光部84、第2のレーザー測長器86、第2の受光部88などを有する。

【0034】

第1のレーザー測長器82により電子ビームと交差する方向から基材2に対して第1の光ビームS1を照射し、基材2を透過する第1の光ビームS1の受光によって、第1の光強度分布が検出される。

【0035】

この際に、図3に示すように、第1の光ビームS1は、基材2の底部2cにて反射されるため、第1の強度分布に基づき、基材2の平坦部2b上の（高さ）位置が測定算出されることになる。しかし、この場合には、基材2の曲面部2a上の（高さ）位置を測定することができない。

【0036】

そこで、本例においては、さらに第2のレーザー測長器86を設けている。すなわち、第2のレーザー測長器86によって、第1の光ビームS1と異なる電子ビームとほぼ直交する方向から基材2に対して第2の光ビームS2を照射し、基材2を透過する第2の光ビームS2が第2の受光部88に含まれるピンホール84を介して受光されることによって、第2の光強度分布が検出される。

【0037】

この場合、図5（A）～（C）に示すように、第2の光ビームS2が曲面部2a上を透過することとなるので、前記第2の強度分布に基づき、基材2の平坦部2bより突出する曲面部2a上の（高さ）位置を測定算出することができる。

【0038】

具体的には、第2の光ビームS2がXY基準座標系における曲面部2a上のあ

る位置 (x、y) の特定の高さを透過すると、この位置 (x、y) において、図 5 (A) ~ (C) に示すように、第 2 の光ビーム S 2 が曲面部 2 a の曲面にて当たることにより散乱光 S S 1、S S 2 が生じ、この散乱光分の光強度が弱まることとなる。このようにして、図 6 に示すように、第 2 の受光部 8 8 にて検出された第 2 の光強度分布に基づき、位置が測定算出される。

【0039】

この算出の際には、図 6 に示すように、第 2 の受光部 8 8 の信号出力 O p は、図 7 に示す特性図のような、信号出力 O p と基材の高さとの相関関係を有するので、制御回路 100 のメモリ 160 などにこの特性、すなわち相関関係を示した相関テーブルを予め格納しておくことにより、第 2 の受光部 8 8 での信号出力 O p に基づき、基材の高さ位置を算出することができる。

【0040】

そして、この基材の高さ位置を、例えば描画位置として、前記電子ビームの焦点位置の調整が行われ描画が行われることとなる。

【0041】

(描画位置算出の原理の概要)

次に、本例の特徴である電子ビーム描画装置 1 における、描画を行う場合の原理の概要について、説明する。

【0042】

先ず、基材 2 は、図 2 (A) (B) に示すように、例えば樹脂等による光学素子例えば光レンズ等にて形成されることが好ましく、断面略平板状の平坦部 2 b と、この平坦部 2 b より突出形成された曲面をなす曲面部 2 a と、を含んで構成されている。この曲面部 2 a の曲面は、球面に限らず、非球面などの他のあらゆる高さ方向に変化を有する自由曲面であってよい。

【0043】

このような基材 2 において、予め基材 2 を XYZ ステージ 30 上に載置する前に、基材 2 上の複数例えば 3 個の基準点 P 0 0、P 0 1、P 0 2 を決定してこの位置を測定しておく (第 1 の測定)。これによって、例えば、基準点 P 0 0 と P 0 1 により X 軸、基準点 P 0 0 と P 0 2 により Y 軸が定義され、3 次元座標系に

おける第1の基準座標系が算出される。ここで、第1の基準座標系における高さ位置を $H_0(x, y)$ (第1の高さ位置) とする。これによって、基材2の厚み分布の算出を行うことができる。

【0044】

一方、基材2をXYZステージ30上に載置した後も、同様の処理を行う。すなわち、図2(A)に示すように、基材2上の複数例えば3個の基準点P10、P11、P12を決定してこの位置を測定しておく(第2の測定)。これによって、例えば、基準点P10とP11によりX軸、基準点P10とP12によりY軸が定義され、3次元座標系における第2の基準座標系が算出される。

【0045】

さらに、これらの基準点P00、P01、P02、P10、P11、P12により第1の基準座標系を第2の基準座標系に変換するための座標変換行列などを算出して、この座標変換行列を利用して、第2の基準座標系における前記 $H_0(x, y)$ に対応する高さ位置 $H_p(x, y)$ (第2の高さ位置) を算出して、この位置を最適フォーカス位置、すなわち描画位置として電子ビームの焦点位置が合わされるべき位置とすることとなる。これにより、上述の基材2の厚み分布の補正を行うことができる。

【0046】

なお、上述の第2の測定は、電子ビーム描画装置1の第1の測定手段である測定装置80を用いて測定することができる。

【0047】

そして、第1の測定は、予め別の場所において他の測定装置を用いて測定しておく必要がある。このような、基材2をXYZステージ30上に載置する前に予め基準点を測定するための測定装置としては、上述の測定装置80と全く同様の構成の測定装置200 (第2の測定手段) を採用することができる。

【0048】

この測定装置200は、図4に示すように、上記測定装置80同様、第1のレーザー測長器282、第2のレーザー測長器286、ピンホール285を含む第1の受光部284、ピンホール289を含む第2の受光部288、これらの測定

結果を算出するための不図示の測定算出部や、各種制御系を備えた付図示の制御手段なども含む。

【0049】

この場合、測定装置200からの測定結果は、例えば図1に示す測定情報入力部158にて入力されたり、制御回路100と接続される不図示のネットワークを介してデータ転送されて、メモリ160などに格納されることとなる。

【0050】

もちろん、後述する変形例のような場合に、この測定装置200が不要となる場合も考えられる（詳細は後述する）。

【0051】

上記のようにして、描画位置が算出されて、電子ビームの焦点位置が制御されて描画が行われることとなる。

【0052】

具体的には、図2（C）に示すように、電子ビームの焦点深度FZ（ビームウエストBW）の焦点位置を、3次元基準座標系における単位空間の1フィールド（ $m=1$ ）内の描画位置に調整制御する。（この制御は、上述したように、電子レンズ16による電流値の調整もしくはXYZステージ30の駆動制御のいずれか一方又は双方によって行われる。）なお、本例においては、1フィールドの高さ分を焦点深度FZより長くなるように、フィールドを設定してあるがこれに限定されるものではない。ここで、焦点深度FZとは、図14に示すように、電子レンズ16を介して照射される電子ビームBにおいて、ビームウエストBWが有効な範囲の高さを示す。なお、電子ビームBの場合、図14に示すように、電子レンズ16の幅D、電子レンズ16よりビームウエスト（ビーム径の最も細い所）BWまでの深さfとすると、 D/f は、0.01程度であり、例えば50nm程度の解像度を有し、焦点深度は例えば数十 μ 程度ある。

【0053】

そして、図2（C）に示すように、例えば1フィールド内をY方向にシフトしつつ順次X方向に走査することにより、1フィールド内の描画が行われることとなる。さらに、1フィールド内において、描画されていない領域があれば、当該

領域についても、上述の焦点位置の制御を行いつつZ方向に移動し、同様の走査による描画処理を行うこととなる。

【0054】

次に、1フィールド内の描画が行われた後、他のフィールド、例えば $m=2$ のフィールド、 $m=3$ のフィールドにおいても、上述同様に、測定や描画位置の算出を行いつつ描画処理がリアルタイムで行われることとなる。このようにして、描画されるべき描画領域について全ての描画が終了すると、基材2の表面における描画処理が終了することとなる。

【0055】

なお、本例では、この描画領域を被描画層とし、この被描画層における曲面部2aの表面の曲面に該当する部分を被描画面としている。

【0056】

さらに、上述のような各種演算処理、測定処理、制御処理などの処理を行う処理プログラムは、プログラムメモリ162に予め制御プログラムとして格納されることとなる。

【0057】

(処理手順について)

次に、上述のような構成の電子ビーム描画装置にて基材上に描画を行う場合の処理手順の詳細について、図8～図12を参照しつつ説明する。

【0058】

(描画全体処理)

まず、描画処理の全体の概略的な処理の流れについて、図8を参照しつつ説明する。

【0059】

予め、基材の3基準点 $P0n = (x_n, y_n, z_n)$ 、 $n=1\sim3$ の各測定、並びに基材の各部の高さ $H_0(x, y)$ の測定を測定装置200により行う(S101)。

【0060】

次に、電子ビーム描画装置1に測定された基材2のセットを行い、描画開始準

備を行う (S102)。なお、このステップでは、前記測定装置200にて測定された測定結果を、電子ビーム描画装置1の測定情報入力部158を用いて入力を行う。入力された測定結果は、メモリ160等に記憶されることとなる。

【0061】

なお、電子ビーム描画装置1と測定装置200とを一つのクリーンルームもしくはチャンバ内にてネットワーク接続し、測定装置200にて測定された測定結果が一義的に電子ビーム描画装置1内のメモリ160内に格納される「システム」を構成している場合には、上述の入力作業は不要となる。この「システム」は、上述のセット前に予め基材を測定するための測定装置（第2の測定装置）と、セット後に基材を測定するための測定装置（第1の測定装置）との都合2つの測定装置を含む電子ビーム描画装置として定義してもよい。さらには、これらの測定装置を一つにして双方の測定を兼用できる構成（例えば基材をチャックしてからステージ上に搬送する間の搬送路において、セット前の測定位置（第1位置）とセット後の測定位置（第2位置）との間を測定装置が移動するとともに、セット前測定用の測定ステージを前記第1位置に、ステージを第2位置に位置させる構成、あるいは、測定ステージとステージとを用意しておき、描画位置の測定位置に必要な応じていずれかのステージを位置させる構成等）としてもよい。

【0062】

次に、基材2の3基準点 $P1n$ (Xn , Yn , Zn) の測定を、電子ビーム描画装置1の描画領域に設けられた測定装置80を用いて測定を行う (S103)

【0063】

すると、電子ビーム描画装置1では、上記S101にて予め測定された3基準点 $P0n$ (xn , yn , zn) の情報及び各部の高さ $H0$ (x , y) の情報（第1の座標系）と、上記S103にて測定された3基準点 $P1n$ (Xn , Yn , Zn) の情報（第2の座標系）と、に基づき、電子ビーム描画装置1内におけるビームの最適フォーカス位置 Hp (x , y) の算出を行う (S104)。なお、この算出を行うための演算アルゴリズムを具現化した処理プログラムは、例えばプログラムメモリに格納されて、制御部によって他の処理プログラムとともに必要

に応じて処理されることとなる。この処理プログラムは、例えば制御部 1 7 0 及びプログラムメモリ 1 6 2 を含む最適フォーカス位置算出手段を構成できる。（なお、座標系の変換処理等の詳細については後述する。）

【 0 0 6 4 】

ところで、この S 1 0 4 は、あくまでも 1 フィールド（例えば $0.5 \times 0.5 \times 0.05$ mm 等の単位空間）（ $m = 1$ ）についてである。因みに、この 1 フィールド内をビームが走査することで後述する描画が行われる。

【 0 0 6 5 】

次いで、XYZ ステージ 3 0 を、 m 分割された特定の 1 フィールドに移動し、焦点深度 f 内にある位置について描画を実施する処理を行う（S 1 0 5）。

【 0 0 6 6 】

また、焦点深度内にある位置で、未だ描画されていない部分があれば、当該部分について描画を行うこととなる（S 1 0 6）。

【 0 0 6 7 】

そして、当該 1 フィールドの描画が完了したか否かの判断処理を行う（S 1 0 7）。この判断処理において、当該フィールドについて描画が完了したものと判断された場合には、 $m \leftarrow m + 1$ とする処理を行い（S 1 1 1）、次の一フィールド（第 2 フィールド）について同様の処理を行うこととなる。

【 0 0 6 8 】

一方、S 1 0 7 の判断処理において、当該第 1 フィールドについて描画が完了していないものと判断された場合には、XYZ ステージ 3 0 及び鏡筒 1 0 のいずれか一方又は双方を相対移動させることで、Z 軸を微小移動させ、電子ビームのフォーカス位置を微小移動させる（第 1 処理）。もしくは、電磁レンズの電流をレンズ制御部によって調整制御することでビームのフォーカス位置を微小移動させる（第 2 処理）。あるいは、第 1 処理及び第 2 処理の双方の制御によってフォーカス位置の調整制御を行う（S 1 0 8）。

【 0 0 6 9 】

次に、フォーカス電流を変更した場合には、この電流値に対応する描画位置 x 、 y の補正を行う補正処理を実行する（S 1 0 9）。

【0070】

そして、全ての描画が完了したか否かの判断処理を行い（S110）、全ての描画が完了していないものと判断された場合には、S108に戻り、全ての描画が完了したものと判断された場合には、処理を終了する。

【0071】

（XYZステージを制御する場合）

次に、測定装置80を用いて、基材を載置したXYZステージをZ方向に制御する場合の処理手順について、図9を参照しつつ説明する。

【0072】

なお、測定装置80を略してSHS（スロープハイトセンサー）と呼ぶことがある。

【0073】

また、1フィールドの広さは、x、yの描画範囲及びz焦点深度で規定される範囲であるが、本例では、例えば0.5×0.5×0.05mm等とすることが好ましい。

【0074】

まず、XYZステージ30上に予め用意されている基準ゲージAの先端部によって、SHSのビームが半ば散乱されている状態（出力Op）で、基準ゲージA（図6参照）の先端部に電子線の焦点を合わせる（S201）。

【0075】

次に、XYZステージ30を移動させ、基材の平坦部に電子ビームの焦点を合わせ、平坦部を測定する高さ測定器（FHS）の出力をゼロアジャスト（調整）する（S202）。

【0076】

そして、基材2上の基準マークを検出後、電子ビーム描画装置1内での基材2の位置を認識後、XYZステージ30を余裕をもって下降させた後、最初のフィールドへステージを移動させる（S203）。

【0077】

次いで、XYZステージ30を、SHSの出力がOpになるかあるいはFHS

の出力が0になるまで、上昇させる（S204）。

【0078】

さらに、このフィールド（焦点深度内）の描画を行う（S205）。そして、XYZステージ30を上昇させ、次のフィールドにステージを移動させる（S206）。

【0079】

次に、全ての描画が完了したか否かの判断処理を行う（S207）。この判断処理において、全ての描画が完了していないのと判断されると、S205に戻る。一方、前記判断処理において、すべての描画が完了していないものと判断されると、処理が終了する。

【0080】

（電子レンズを制御する場合）

次に、測定装置を用い、電子レンズに流す電流 I_r を制御する場合の処理手順について、図10を参照しつつ説明する。

【0081】

なお、電流 I_r とビームフォーカス位置の関係は、ビーム電流、電子線のエネルギーに影響され、かつ、それ自身ヒステリシスを持つことを考慮し、制御を行う必要がある（以下、ビーム電流、電子線のエネルギーを固定し、電流 I_r は一方向から設定することとする）。なお、この場合の処理においては、1フィールドを例えば 0.5×0.5 mm程度に設定することが好ましい。

【0082】

まず、XYZステージ30上に予め用意されている基準ゲージAの先端部によって、SHSのビームが半ば散乱されている状態（出力 O_p ）で I_r を調整し、当該基準ゲージAの先端部に電子線の焦点を合わせる（S301）。なお、この調整された電流を I_{r1} とする。なお、図7に示すように、SHSのセンサー出力が O_p の位置は、丁度電子ビームのフォーカス位置に相当する。

【0083】

次に、XYZステージ30を移動し、基材2の平坦部2bに電子ビームの焦点を合わせ、平坦部2bを測定する高さ測定器（FHS）の出力をゼロアジャスト

(調整)する(S302)。

【0084】

そして、基材2上の基準マークを検出後、電子ビーム描画装置1内での基材2の位置を認識後、XYZステージ30を余裕をもって下降させた後、描画すべき最初のフィールドで設計寸法上最も低い(高い)部分にSHSビームの測定位置(x、y)に合うように、XYZステージ30を移動させる(S303)。

【0085】

次いで、SHSの出力がOpになるか、あるいはFHSの出力が0になるまでステージを上昇させる(S304)。

【0086】

このフィールドで基材の設計寸法が焦点深度($\Delta Z \sim 0.05 \text{ mm}$)範囲のみ描画を行う(S305)。

【0087】

次に、電流Irを変更し、電子ビーム焦点を0.05mm程度短く(長く)し、予め求めたN(Ir)に基づき、ビーム偏向電圧を制御し、このフォーカス位置で焦点深度内にある範囲を描画する(S306)。

【0088】

そして、該当フィールドで全ての位置の描画が終了するまで、上記S305～S306を繰り返す(S307)。

【0089】

さらに、電子レンズ16を調整する電流をIr1に戻し、XYZステージ30を余裕を持ち、下降させた後、次に描画すべきフィールドの設計寸法上最も低い(高い)部分にSHSビームの測定位置(x、y)に合うようにXYZステージ30を移動させる(S308)。

【0090】

そして、すべての領域の描画が終了するまで、S305～S308までを繰り返し行うこととなる(S309)。

【0091】

なお、電子線のエネルギーとビーム電流を固定した時に、ビームの偏向電圧(

V_x 、 V_y)と焦点部でのビーム位置(x 、 y)は、以下の関係で表される。

$$(x, y) = M(I_r) \times (V_x, V_y)$$

$$(V_x, V_y) = N(I_r) \times (x, y)$$

ここで、 N は、 M の逆行列である。また、予め使用するエネルギー、ビーム電流にて、 $N(I_r)$ をテスト描画より求めておくものとする。さらに、 I_{r1} 付近で精度を高めておくことが望ましい。

【0092】

(描画すべき位置を換算する処理)

次に、電子ビーム描画装置1にセットする前に、予め基材の各部を測定しておき、電子ビーム描画装置1内で基準点を再度測定し、該装置内で描画すべき位置(x 、 y 、 z)を換算し、描画を実施する場合の処理手順について、図11を参照しつつ説明する。

【0093】

図11には、基材2上に描画すべき位置を換算するための処理手順が開示されている。なお、本例では、フィールドの広さは、 x y の描画範囲で規定される範囲(ば0.5×0.5mm程度等)とすることが好ましい。

【0094】

先ず、描画位置に基材2をセットする前に予め基材の基準点 $P00$ ($x0$ 、 $y0$ 、 $z0$)、 $P01$ ($x1$ 、 $y1$ 、 $z1$)、 $P02$ ($x2$ 、 $y2$ 、 $z2$)、及び基材の被照射部 $Q0$ (x 、 y 、 z)を、適当なピッチ(例えば10 μ m×10 μ m等)で3次元測定機にて測定をしておく(S401)。

【0095】

次いで、基材2を電子ビーム描画装置2へセットし、基材2の基準点を描画位置の電子線像が画面中央になる位置と、ハイトセンサーの出力が0になる位置 $P10$ ($X0$ 、 $Y0$ 、 $Z0$)、 $P11$ ($X1$ 、 $Y1$ 、 $Z1$)、 $P12$ ($X2$ 、 $Y2$ 、 $Z2$)を、電子ビーム描画装置1のXYZステージ30の値から測定する(S402)。さらに、 $P00 \sim P02$ と $P10 \sim P12$ により変換行列 M を求める(S403)。

【0096】

描画すべき点 $Q_1 (X, Y, Z)$ を、対応する $Q_0 (x, y, z)$ から $Q_1 = M \times Q_0$ により算出する。

【0097】

以降、 Q_1 の値（群）により XYZ ステージ 30 の制御を行う。ただし、該当する位置が Q_1 群に無い場合は、 X 、 Y 、 Z それぞれに近傍点 $q \times 1$ 、 $q \times 2$ 、 \dots から直接近似等により算出する（S404）。

【0098】

最初に描画するフィールドの最も低い（高い）部分へ XYZ ステージ 30 を移動させる。このフィールドで Q_1 の値が焦点深度（例えば約 0.05 mm 等）範囲のみ描画を行う（S405）。

【0099】

XYZ ステージ 30 を、例えば約 0.05 mm 等下降（上昇）させる該当フィールドで、未だ描画されておらず、焦点深度内の部分の描画を行う（S406）。

【0100】

該当フィールドの描画が終了するまで、S405～S406 を繰り返す。そして、次のフィールドの最も低い（高い）部分にステージを移動させる（S407）。

【0101】

全ての描画が完了するまで S405～S407 を繰り返す（S408）。

【0102】

（行列 M の算出手順）

次に、上述の S403 にて演算される行列 M の算出手順について、図 12 を参照しつつ説明する。

【0103】

図 12 に示すように、基材 2 を電子ビーム描画装置 1 にセットする前では、測定結果に基づき、図示のように基準位置を算出して第 1 の座標系の座標軸を決定する（S501）。

【0104】

次に、基材2を電子ビーム描画装置1にセットする後では、測定結果に基づき、図示のように基準位置を算出して第2の座標系の座標軸を決定する（S502）。

【0105】

ここで、S501にて定義された各基準位置P00、P01、P02と、S502にて定義された各基準位置P10、P11、P12との関係は、第1の座標系を第2の座標系に変換する座標変換行列をMとすると、図示の式（1）～（3）のように表すことができる。

【0106】

同様にして、S501における基材2の任意の位置Q0と、S502における基材のQ0に対応する位置Q1との関係は、図示の式（4）にて表すことができる。

【0107】

このようにして座標変換行列Mの定義を行う（S503）。すなわち、このステップを、よりハードウェアに近いレベルでの処理についてみると、予め定義された座標変換行列Mの定義式（1）～（4）をメモリ上の所定領域から呼び出す処理を行う。

【0108】

次に、座標変換行列Mを算出するための前段階として上記定義式（1）～（3）を一括して扱い、図示のように行列化を行う（S504）。

【0109】

そして、座標変換行列Mを算出するための演算式が導き出される（S505）。なお、本例においては、理解を容易にするために、座標変換行列Mを算出するための演算式を算出する手順を順を追って説明したが、S503～S505は一つのステップとし、前記演算式のみを予めメモリ上の所定領域に記憶しておいて、必要に応じて、S501、S502での測定算出結果に基づき演算を行う構成としてよい。これにより、座標変換行列Mを算出することができる。

【0110】

このようにして座標変換行列Mが算出されると、上述のS404以降の処理が

行われることとなる。すなわち、座標変換行列Mに基づき、S 5 0 3の式(4)を用いて、電子ビーム描画装置2にセットした後の任意の位置を得ることができる。

【0 1 1 1】

以上のように本実施の形態によれば、球面あるいは非球面形状の光学機能面に回折構造を有する光学素子を形成したり、あるいは光学素子を射出成形するための成型型を制作するためには、より立体的な加工を行う必要があるが、本願発明者等は、検討の結果、エネルギー線例えば電子ビームによる直接描画・直接加工技術を利用すれば、電子ビームは、例えばレーザービーム等に比べると、波長が短いことから、非常に精密な加工に適していることが判明した。

【0 1 1 2】

しかも、電子ビームは、ビーム照射方向(加工物の厚さ方向)について、加工精度の点で有利であり、基材と電子ビーム照射手段(例えば光源等)とを相対的に移動させても、十分に位置精度を確保することができる。このため、3次元形状を有する立体的な対象物、特に連続した曲面を有する基材を加工することが容易に可能になる。

【0 1 1 3】

従って、球面あるいは非球面形状の光学機能面に回折構造を有する光学素子を形成することができ、より立体的な加工が容易に実現できる。

【0 1 1 4】

なお、この場合、予め基材の形状を測定装置により把握しておいてフィードバック等の制御により焦点位置を容易に算出できるので、曲面を有する基材においても容易に精度良く描画を行うことができる。

【0 1 1 5】

[第2の実施の形態]

次に、本発明にかかる第2の実施の形態について、図13に基づいて説明する。なお、以下には、前記第1の実施の形態の実質的に同様の構成に関しては説明を省略し、異なる部分についてのみ述べる。

【0 1 1 6】

上述の第1の実施の形態では、電子ビームにより基材上に回折光子などの精密加工を施す工程を開示したが、本例では、上記工程を含むプロセス全体の工程、特に、光学素子等の光レンズを成形によって製造するための金型等を製造する工程を説明する。

【0117】

まず、機械加工により金型（無電解ニッケル等）の非球面加工を行う（加工工程）。次に、図13（A）に示すように、金型により前記半球面を有する基材200の樹脂成形を行う（樹脂成形工程）。さらに、基材200を洗浄した後に乾燥を行う。

【0118】

次いで、樹脂の基材200の表面上の処理を行う（樹脂表面処理工程）。この工程では、例えばAu蒸着などの工程を行うこととなる。具体的には、図13（B）に示すように、基材200の位置決めを行い、レジストLを滴下しつつスピナーを回転させて、スピンコートを行う。また、プリベークなども行う。

【0119】

スピンコーティングの後には、当該レジスト膜の膜厚測定を行い、レジスト膜の評価を行う（レジスト膜評価工程）。具体的には、図13（C）に示すように、基材200の位置決めを行い、当該基材200をX、Y、Z軸にて各々制御しつつ露光を行う。

【0120】

次に、基材200上のレジスト膜Lの表面平滑化処理を行う（表面平滑化工程）。さらに、図13（D）に示すように、基材200の位置決めなどを行いつつ、現像処理を行う（現像工程）。さらにまた、表面硬化処理を行う。

【0121】

次いで、SEM観察や膜厚測定器などにより、レジスト形状を評価する工程を行う（レジスト形状評価工程）。

【0122】

さらに、その後、基材200のレジスト表面への金属202の蒸着を行う（金属蒸着工程）。そして、ドライエッチングなどによりエッチング処理を行う。

【 0 1 2 3 】

次に、表面処理がなされた基材 2 0 0 に対する金型 2 0 4 を作成するために、図 1 3 (E) に示すように、金型電鍍前処理を行った後、電鍍処理などを行い、図 1 3 (F) に示すように、基材 2 0 0 と金型 2 0 4 とを剥離する処理を行う。

【 0 1 2 4 】

表面処理がなされた基材と剥離した金型 2 0 4 に対して、表面処理を行う（金型表面処理工程）。そして、金型 2 0 4 の評価を行う。評価後、当該金型 2 0 4 を用いて成形品を作成する。その後、当該成形品の評価を行う。

【 0 1 2 5 】

以上のように、本実施の形態によれば、上述の光学素子を射出成形するための成形型をも容易に製造できる。

【 0 1 2 6 】

なお、本発明にかかる装置と方法は、そのいくつかの特定の実施の形態に従って説明してきたが、当業者は本発明の主旨および範囲から逸脱することなく本発明の本文に記述した実施の形態に対して種々の変形が可能である。例えば、上述の実施の形態では、光レンズ等の光学素子の基材を、直接描画する場合について説明したが、樹脂等の光レンズを射出成形により形成するための成形型（金型）を加工する場合に、上述の原理や処理手順、処理手法を用いてもよい。

【 0 1 2 7 】

また、基材上の複数の基準点を測定し、この測定結果に基づき基準座標系を算出し、この座標系をもとに基材の厚み分布を測定するステップを、電子ビーム照射中に行う構成としてもよい。さらに、厚み分布に基づき、最適焦点位置を算出する算出ステップ並びに描画位置に当該焦点位置を合わせるように調整するステップを、電子ビーム照射中に行う構成としてもよい。この場合、ある一の描画位置にて描画を行っている電子ビーム照射中に、他の描画位置での前記焦点位置の算出等の演算処理を行いつつ、次に電子ビーム照射に備える構成とすることが好ましい。また、電子ビーム照射中に算出ステップにて算出できるものとしては、基材の厚み分布の他、厚み分布の補正等の処理も含まれる。

【 0 1 2 8 】

さらに、上述の各実施の形態同士、及びそれらのいずれかと変形例との組み合わせによる例をも含むことは言うまでもない。

【 0 1 2 9 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、電子ビームは、ビーム照射方向（加工物の厚さ方向）について、加工精度の点で有利であり、基材と電子ビーム照射手段とを相対的に移動させても、十分に位置精度を確保することができる。このため、3次元形状を有する立体的な対象物、特に連続した曲面を有する基材を加工することが容易に可能になる。

【 0 1 3 0 】

従って、球面あるいは非球面形状の光学機能面に回折構造を有する光学素子を形成することができ、より立体的な加工が容易に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の電子ビーム描画装置の全体の概略構成を示す説明図である。

【図 2】

同図（A）（B）は、図 1 の電子ビーム描画装置にて描画される基材を示す説明図であり、同図（C）は、描画原理を説明するための説明図である。

【図 3】

測定装置の原理を説明するための説明図である。

【図 4】 測定装置の原理を説明するための説明図である。

【図 5】

同図（A）～（C）は、基材の面高さを測定する手法を説明するための説明図である。

【図 6】

測定装置の投光と受光との関係を示す説明図である。

【図 7】

信号出力と基材の高さとの関係を示す特性図である。

【図 8】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 9】

基材を載置するステージを Z 方向に制御する手順を示すフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の電子ビーム描画装置にて電子レンズに流す電流を制御する処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 1】

描画中に補正する処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 2】

基材上の描画すべき位置を換算する場合の処理手順を示す説明図である。

【図 1 3】

同図 (A) ~ (F) は、基材を用いて成形用の金型を形成する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 1 4】

電子ビーム描画装置におけるビームウエストを説明するための説明図である。

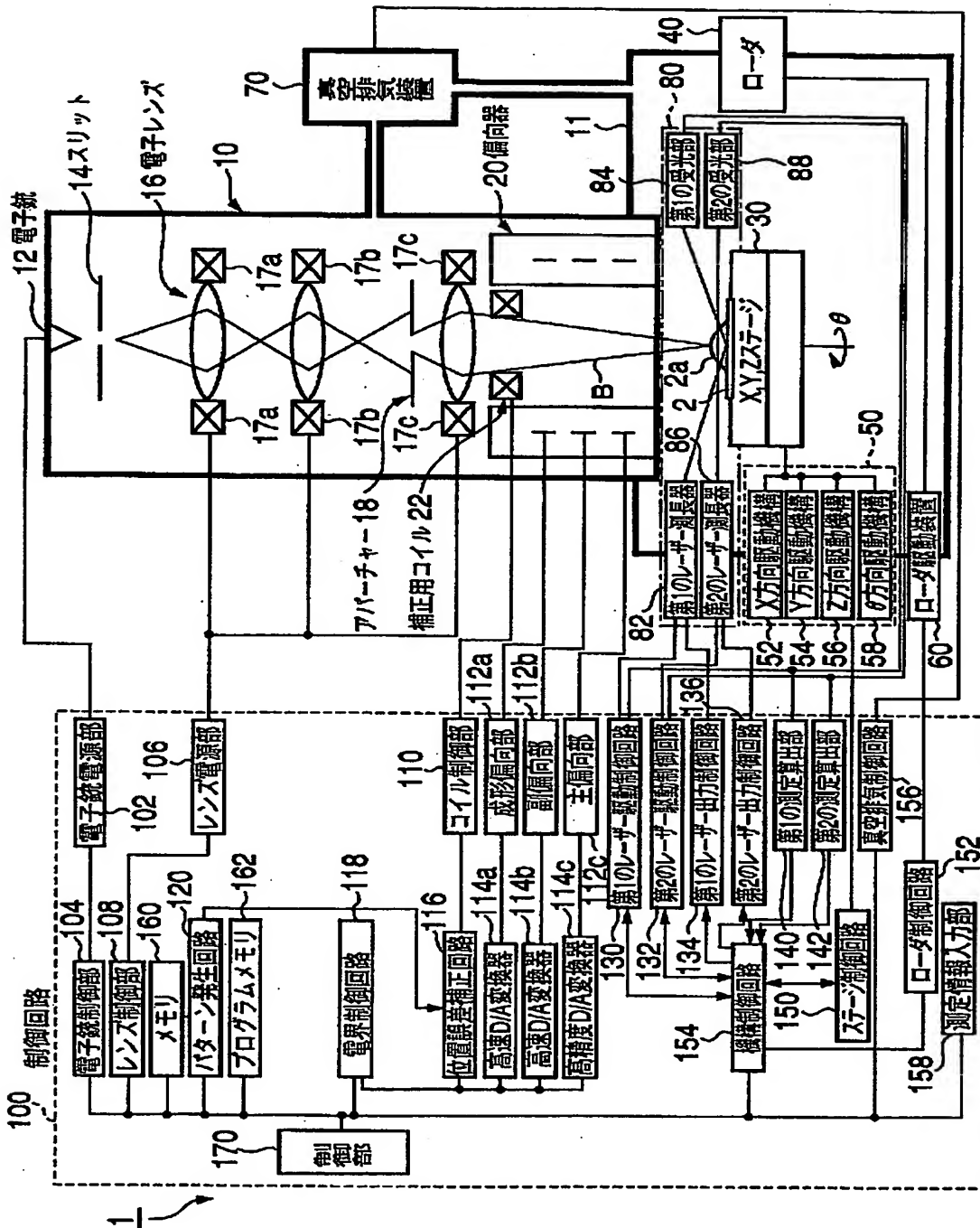
【符号の説明】

- 1 電子ビーム描画装置
- 2 基材
- 1 0 鏡筒
- 1 2 電子銃
- 1 4 スリット
- 1 6 電子レンズ
- 1 8 アパーチャー
- 2 0 偏向器 2 2 補正用コイル
- 3 0 X Y Z ステージ
- 4 0 ロード
- 5 0 ステージ駆動手段

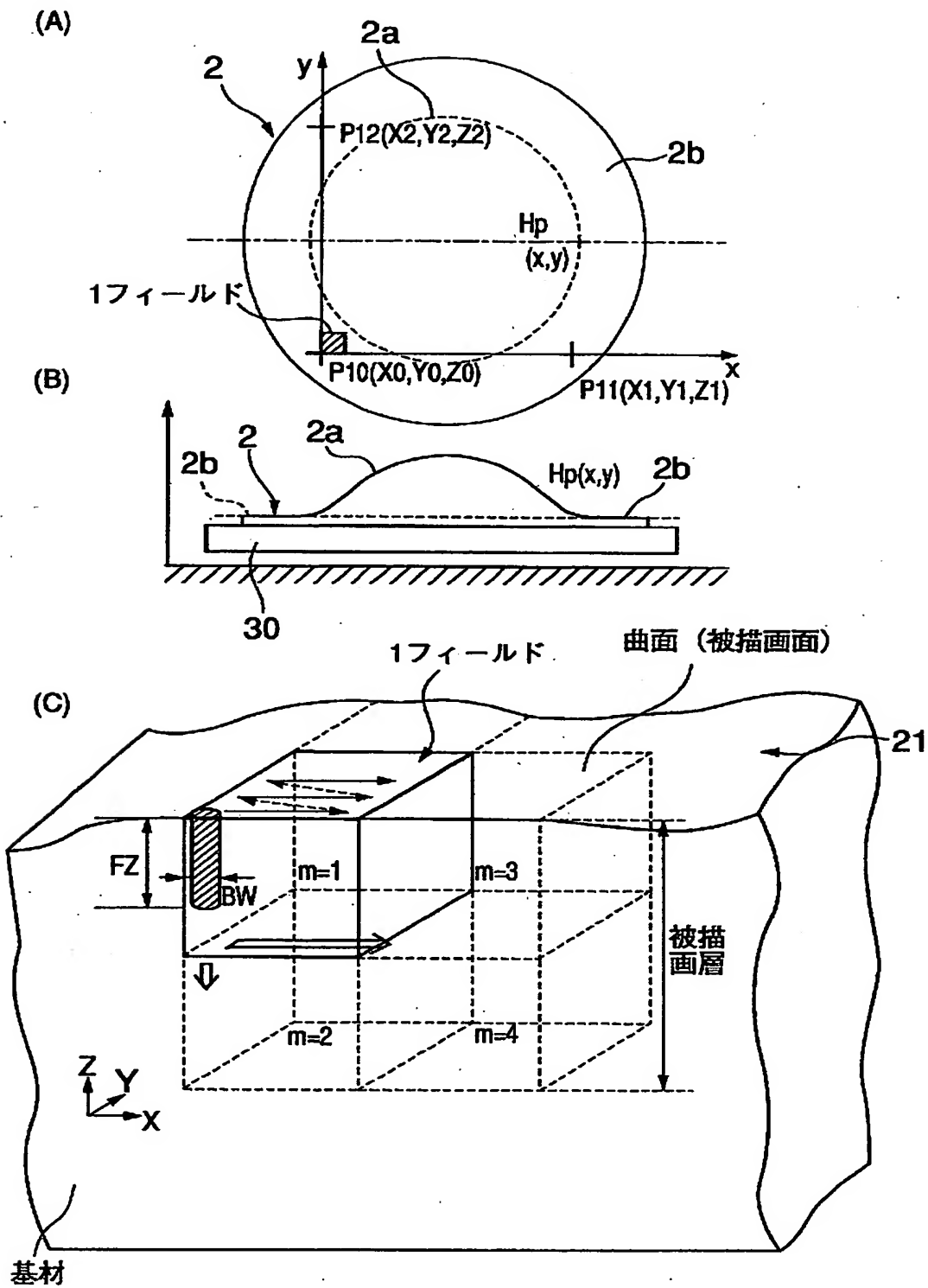
- 6 0 ロード駆動装置
- 7 0 真空排気装置
- 8 0 測定装置
- 8 2 第 1 のレーザー測長器
- 8 4 第 1 の受光部
- 8 6 第 2 のレーザー測長器
- 8 8 第 2 の受光部
- 1 0 0 制御回路
- 1 1 0 コイル制御部
- 1 1 2 a 成形偏向部
- 1 1 2 b 副偏向部
- 1 1 2 c 主偏向部
- 1 1 6 位置誤差補正回路
- 1 1 8 電界制御回路
- 1 2 0 パターン発生回路
- 1 3 0 第 1 のレーザー駆動制御回路
- 1 3 2 第 2 のレーザー駆動制御回路
- 1 3 4 第 1 のレーザー出力制御回路
- 1 3 6 第 2 のレーザー出力制御回路
- 1 4 0 第 1 の測定算出部
- 1 4 2 第 2 の測定算出部
- 1 5 0 ステージ制御回路
- 1 5 2 ロード制御回路
- 1 5 4 機構制御回路
- 1 5 6 真空排気制御回路
- 1 5 8 測定情報入力部
- 1 6 0 メモリ
- 1 6 2 プログラムメモリ
- 1 7 0 制御部

【書類名】 図面

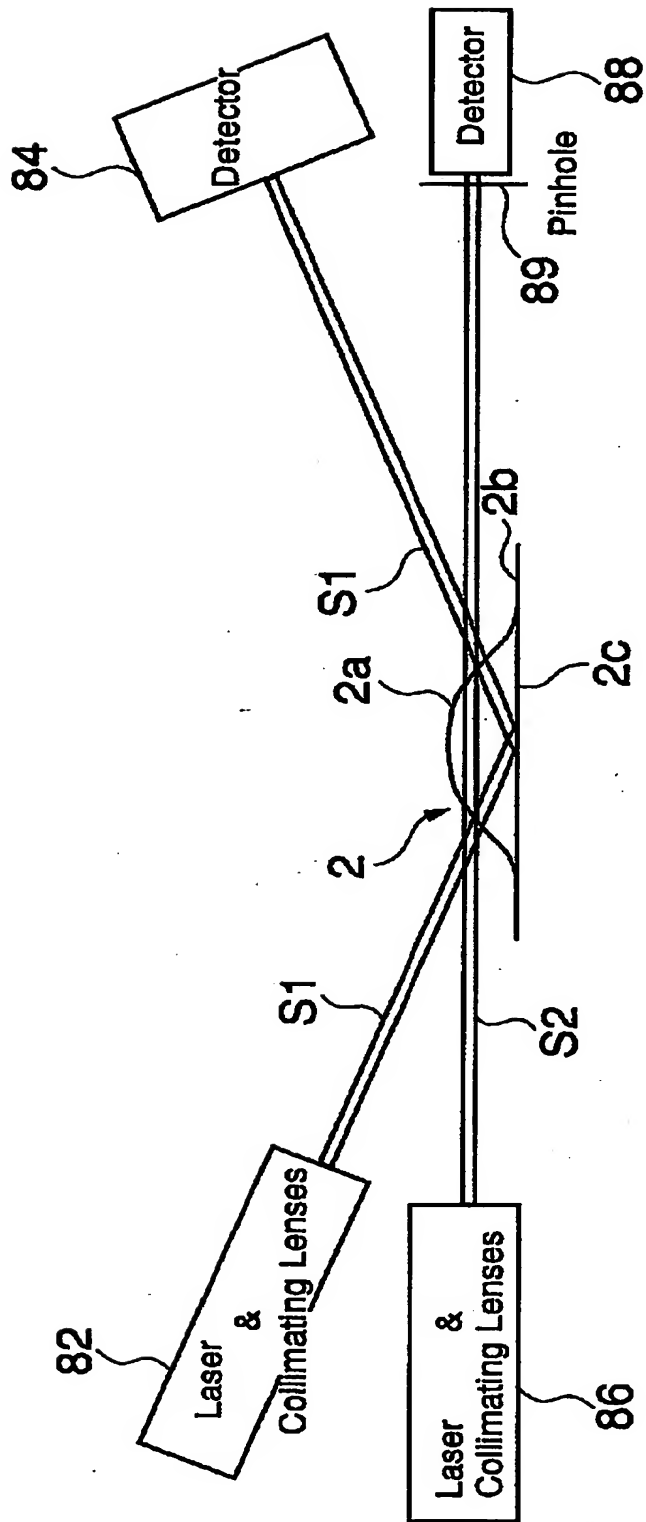
【図 1】



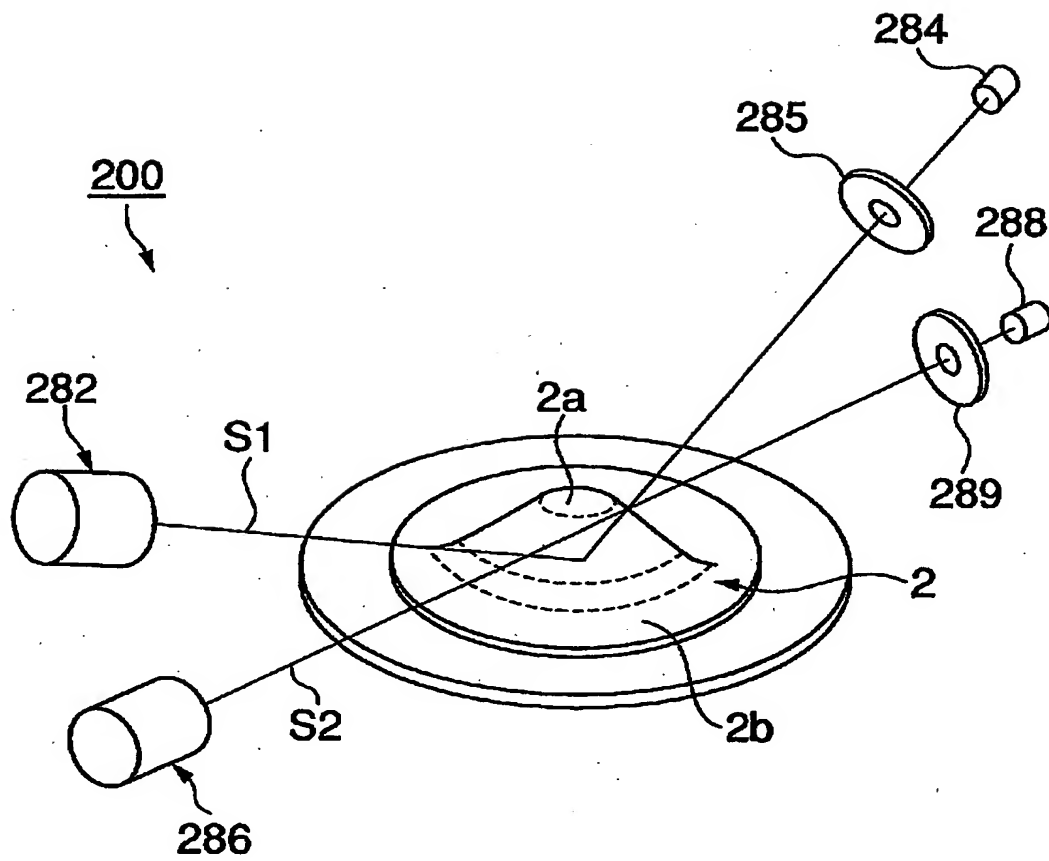
【図2】



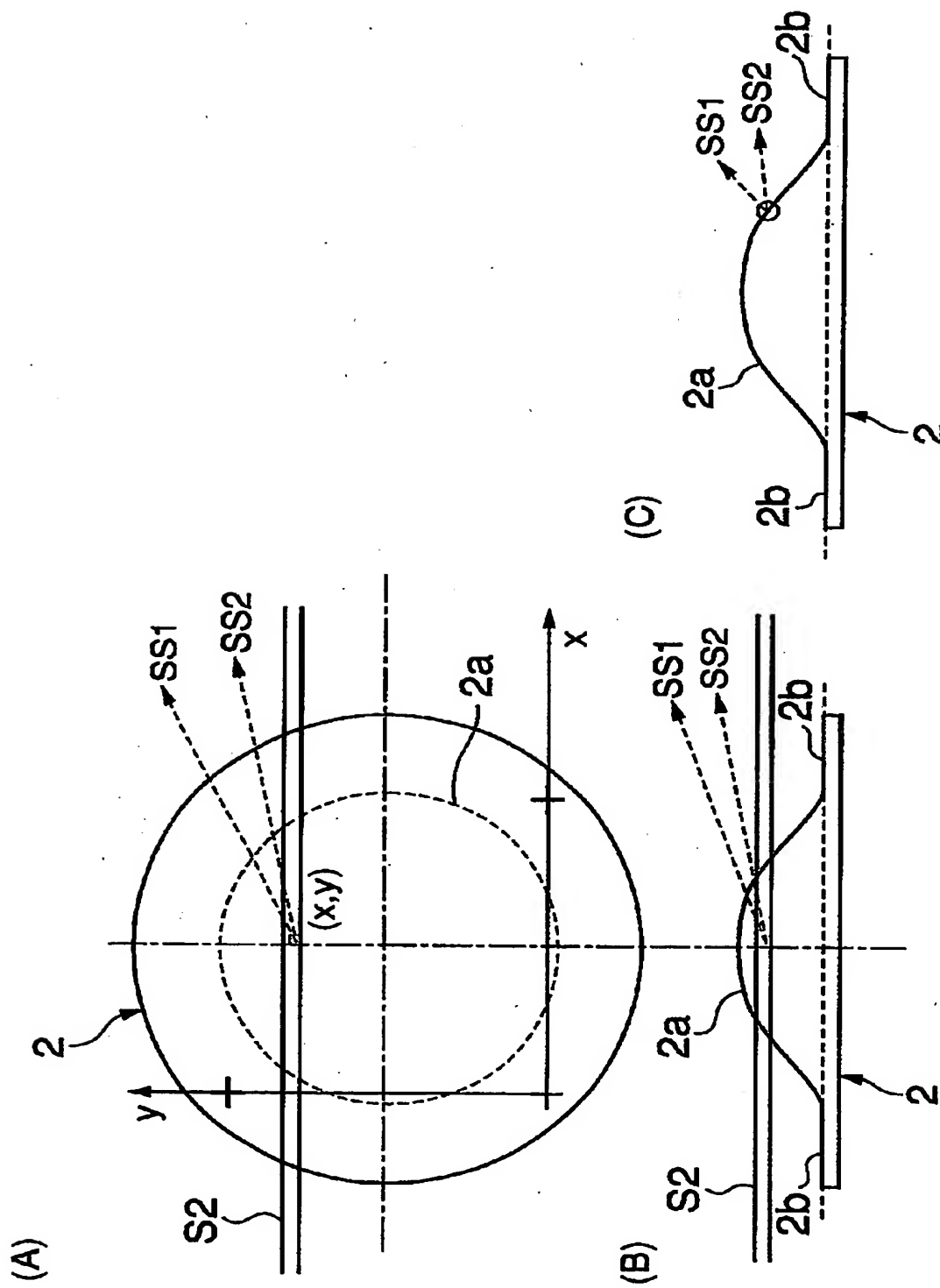
【図 3】



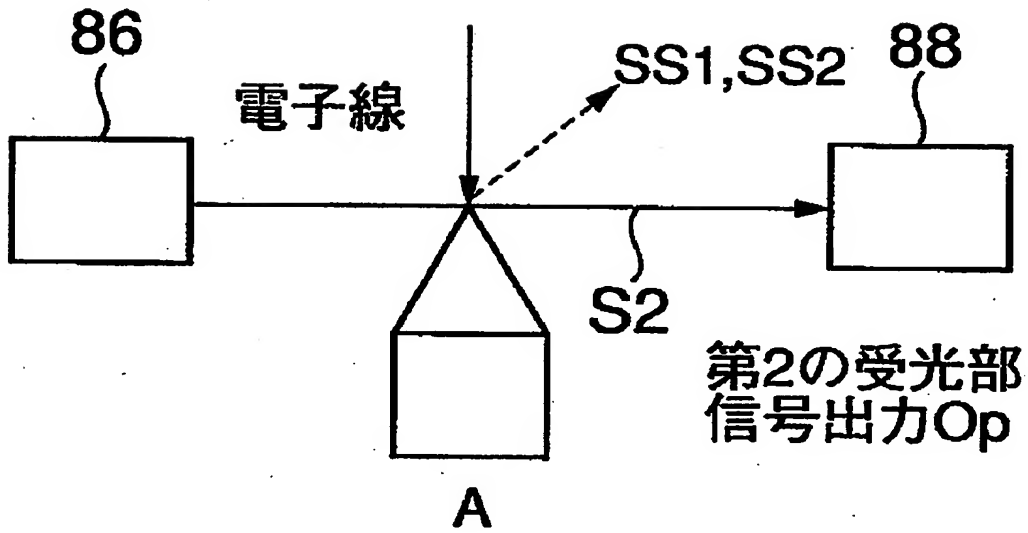
【図4】



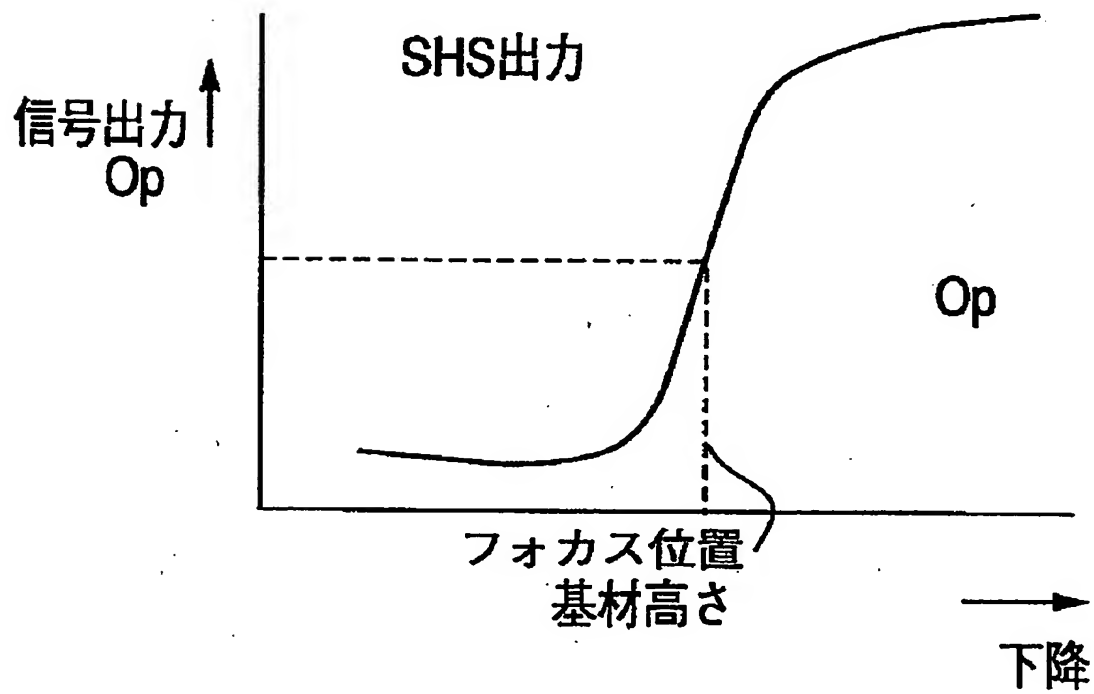
【図5】



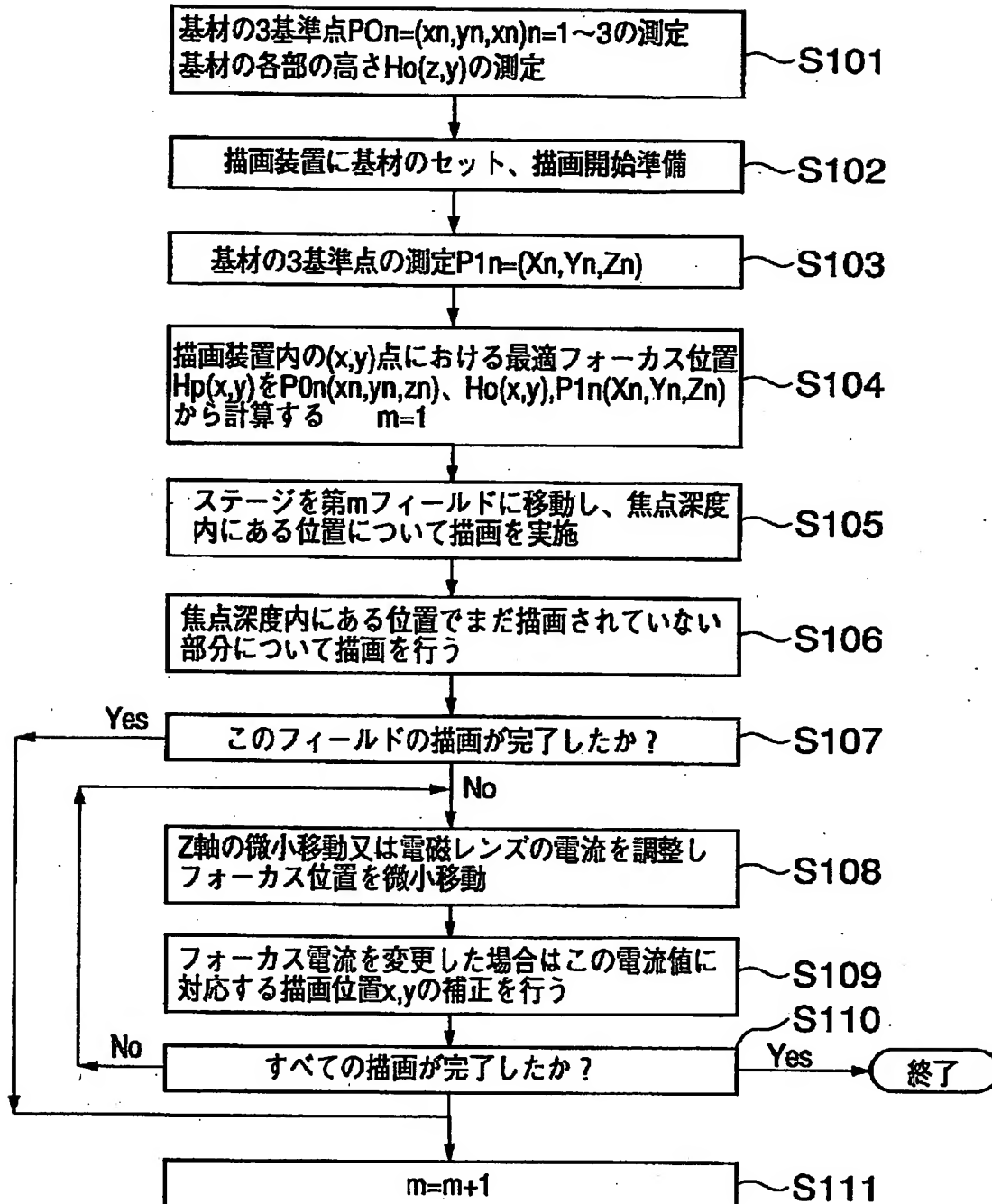
【図6】



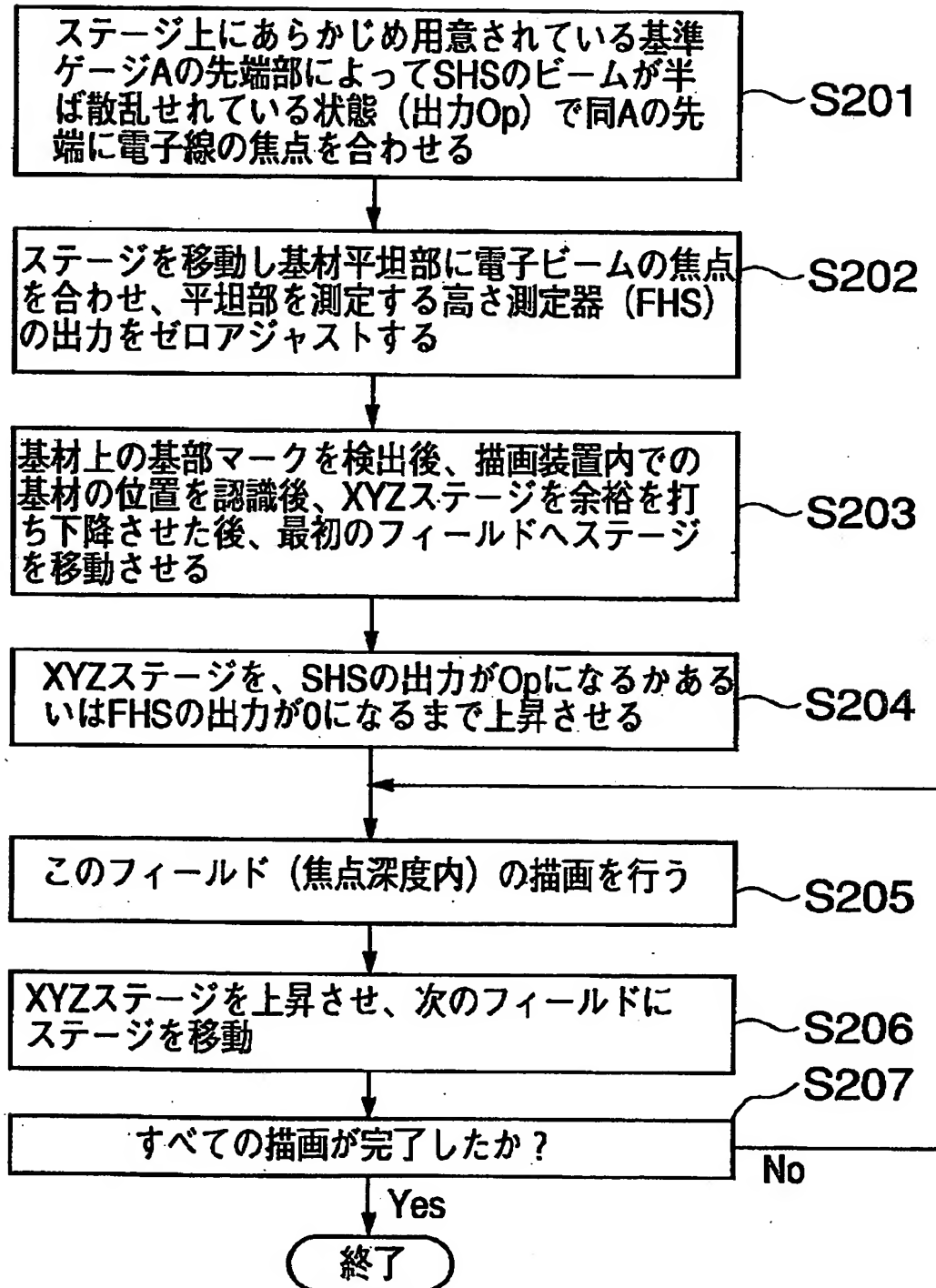
【図7】



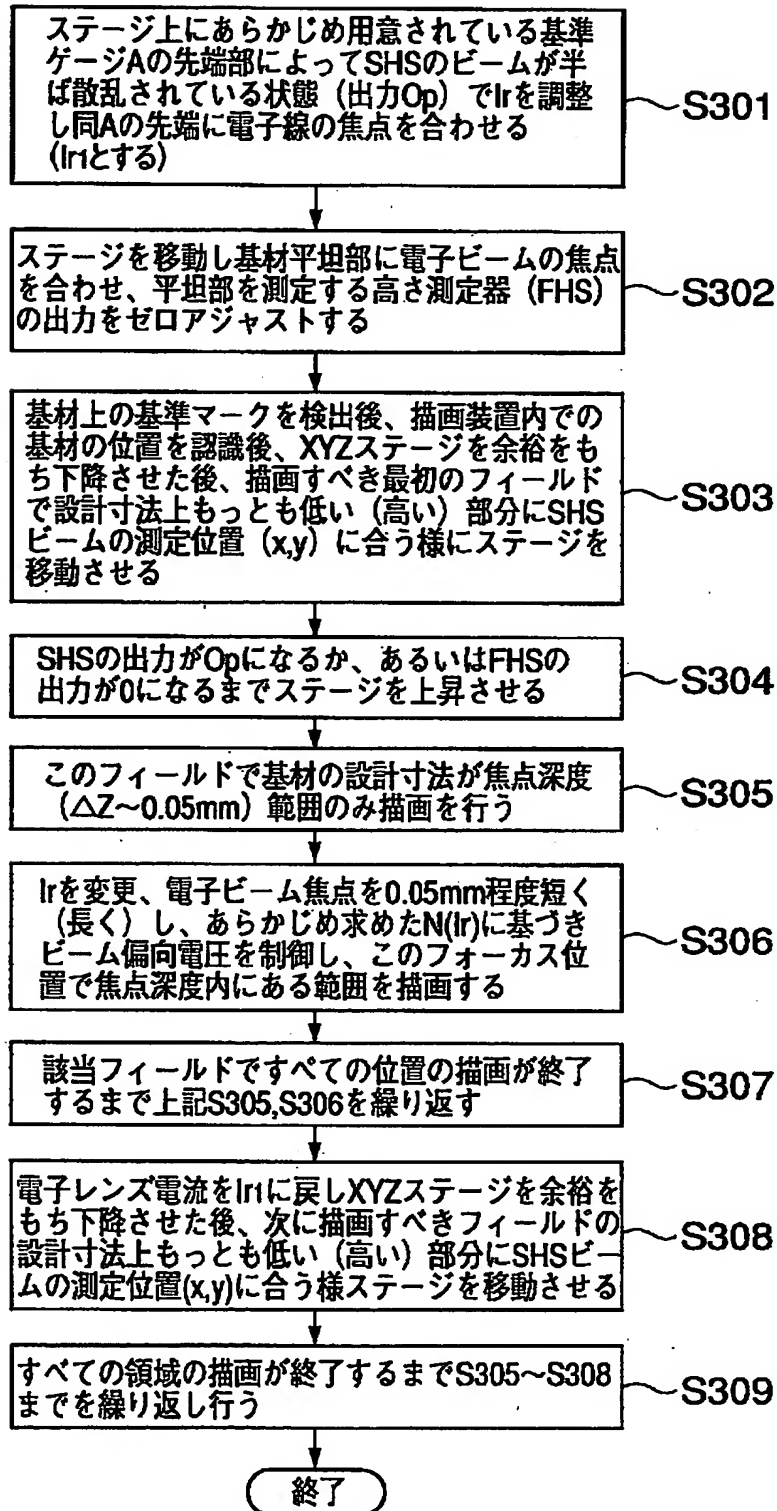
【図 8】



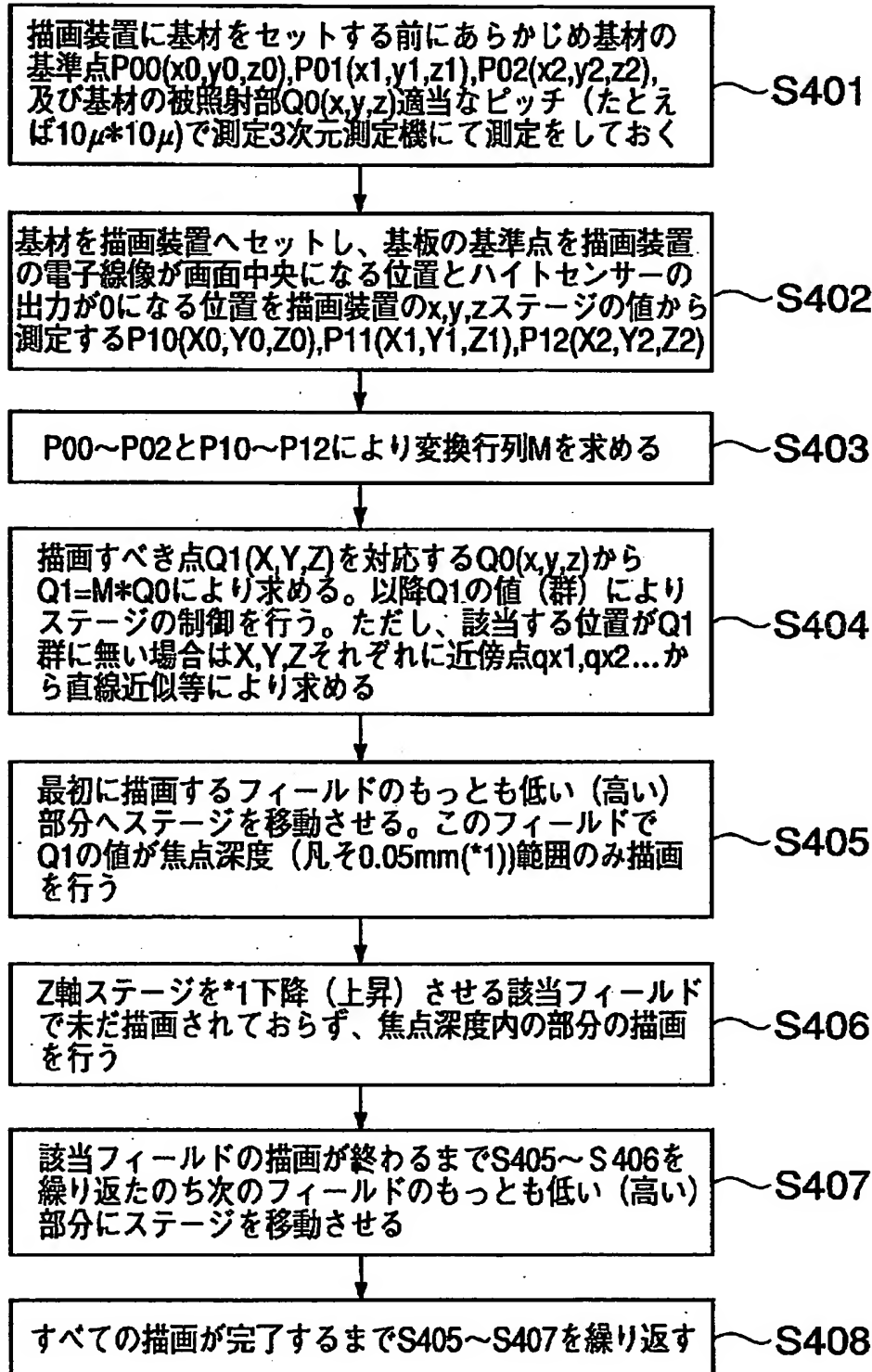
【図9】



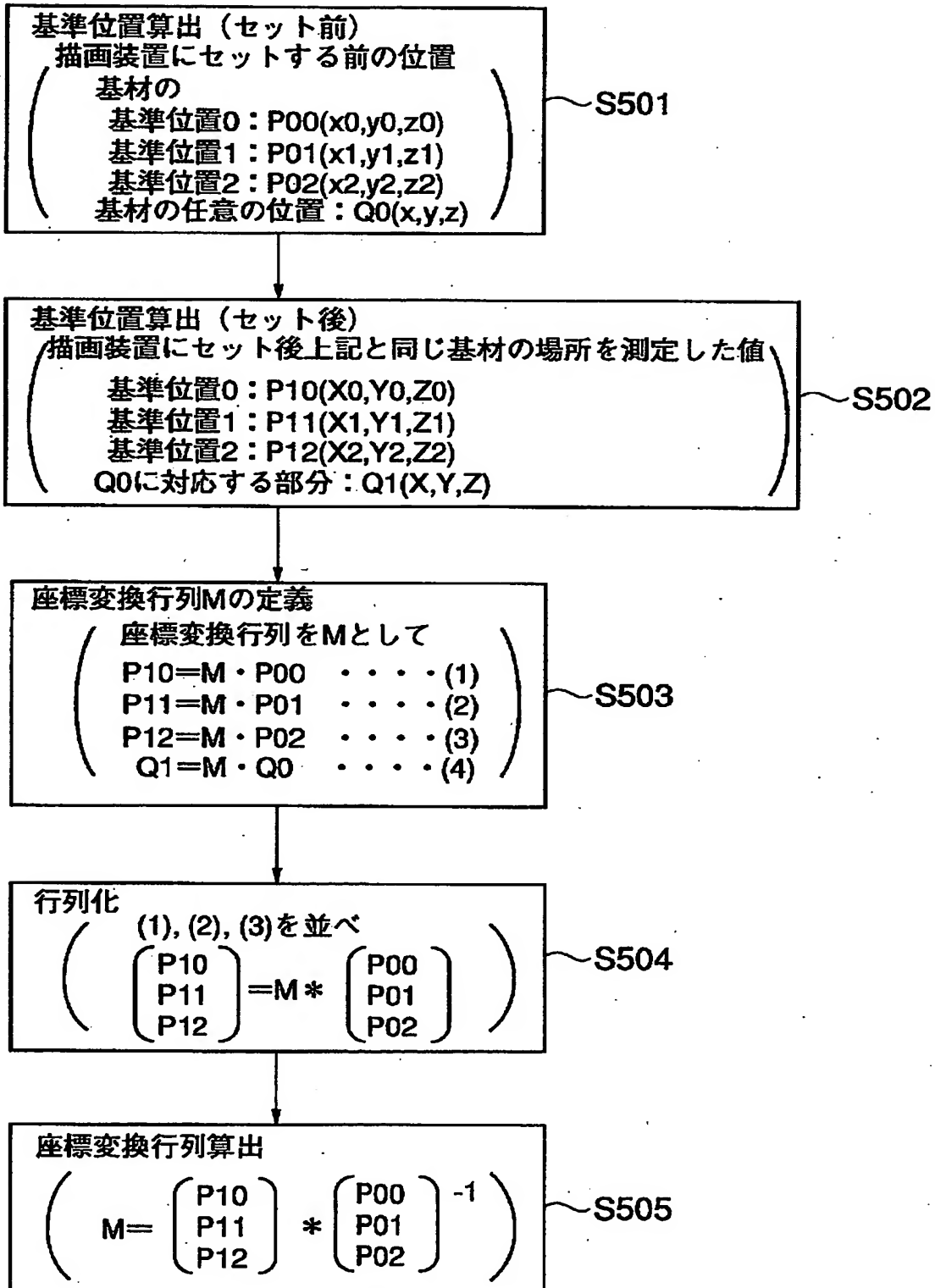
【図 10】



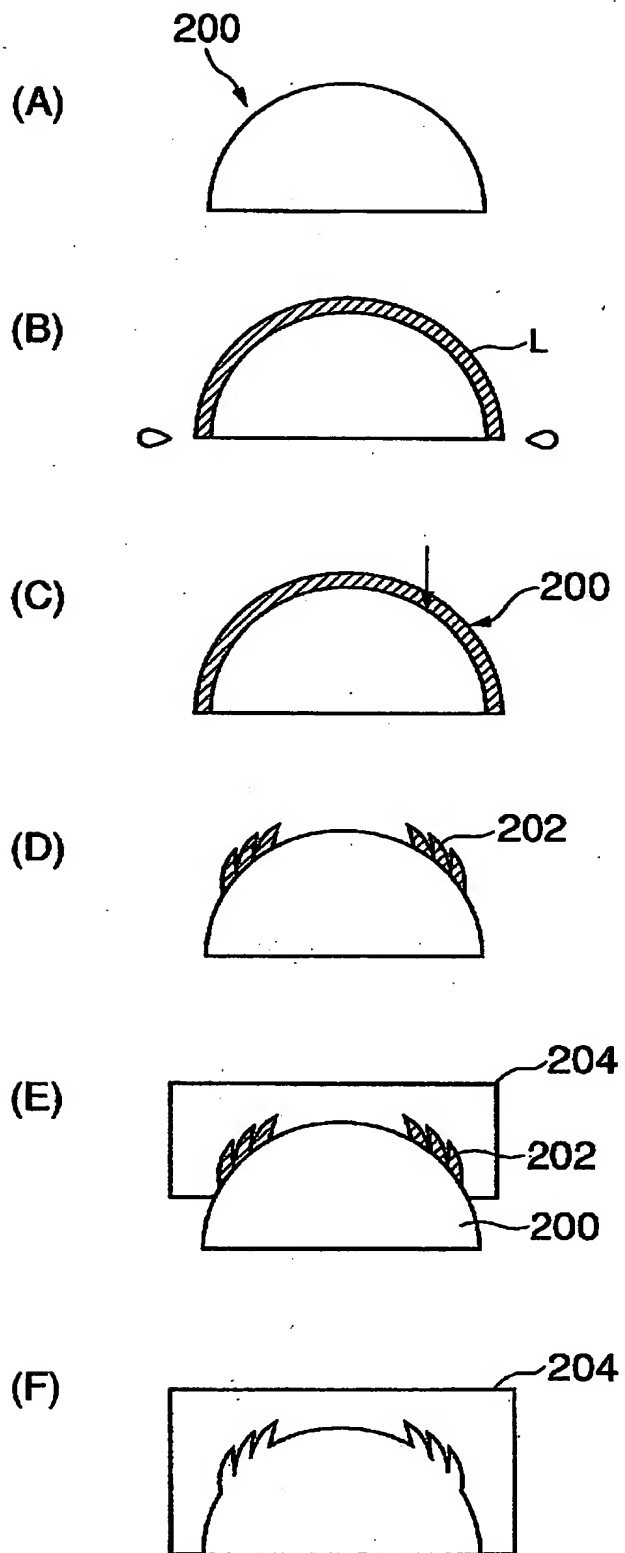
【図 11】



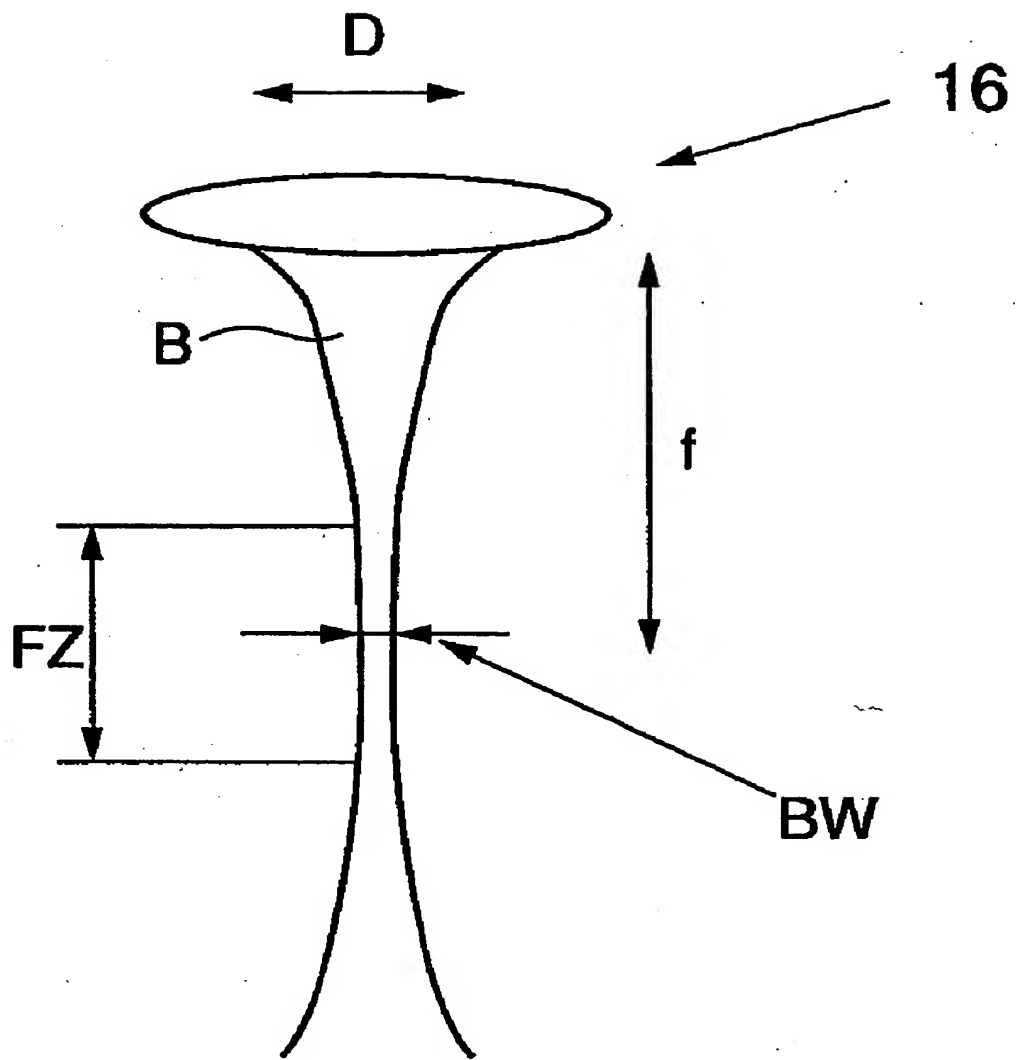
【図 12】



【図 13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、非平面形状の光学素子等の基材上に回折格子などの描画加工を施すことのできる基材の描画方法及び電子ビーム描画装置を提供する。

【解決手段】 電子ビームにより描画され、少なくとも電子ビームの焦点深度よりも長い厚さを有してなる被描画層を含む基材に対して、焦点深度の少なくとも高さ位置を前記被描画層内の描画位置に応じて電子ビームの焦点位置を変化させることにより描画を行う、基材の描画方法である。前記描画位置の少なくとも高さ位置を算出する算出ステップを有する。さらに、前記電子ビームの焦点位置による位置調整もしくは前記基材の移動による位置調整のいずれか一方又は双方により、算出された前記高さ位置に前記電子ビームの焦点位置がくるように位置調整を行う位置調整ステップを有する。さらに、前記位置調整を行いながら、前記被描画層に対する描画を行う描画ステップを有する。

【選択図】 図 8

特2001-057105

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-057105
受付番号	50100292639
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 3月 2日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 3月 1日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名 コニカ株式会社